Lane Medical Library

Aus der chir. Universitäts-Klinik der Charité, Berlin
(Geh.-R., Prof. Hildebrandt)

Beitrag zur Kenntnis der Gasgangrän.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde der hohen Medizinischen Fakultät an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Albert Goebe
aus Berlin.

Tag der Promotion:
~~7. August 1927.~~
16. April 1928

268

Gedruckt mit Genehmigung der
Medezinischer Fakultät der Universität Berlin.

Dekan: Professor Dr. Arndt.
Referent: Professor Dr. Köhler.

Meinen Eltern aus Dankbarkeit gewidmet.

Herrn Professor Köhler sei an dieser Stelle noch besonders für die liebenswürdige Überlassung des Themas und der Literatur dieser Arbeit gedankt.

Desgleichen Herrn Professor Boettcher für liebenswürdige Überlassung eines Falles.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/beitragzurkenntn0000albe_i8q2

Die erste Erwähnung der Gasgangrän in der medizinischen Literatur findet man im Jahre 1786 unter der Bezeichnung „Emphysematöser Brand" von dem englischen Arzte Thomas Kirkland (1) in London. Als sein Hauptsymptom bezeichnete er „die Windgeschwulst", er entsteht im Zellgewebe durch Fäulnis. Sehr ausführlich beschreibt ihn der russische Chirurg Pirogoff (2). Der Gasbrand wurde von ihm schon damals mit seinen sämtlichen lokalen und allgemeinen Symptomen angeführt, nur befand er sich über die Entstehung der Gasbildung noch im Unklaren und führt sie auf die Zerquetschung, Verflüssigung und die nachfolgende Fäulnis des Knochenmarks zurück. Erst nach Virchows Zellularpathologie und nach den bakteriologischen Entdeckungen Robert Koch's wurde man auf die infektiöse Natur des Gasbrandes aufmerksam. Als erster veröffentlichte F. I. Rosenbach (3) zwei Fälle von Gasgangrän, bei denen er im Abstrich sporentragende Stäbchen gefunden hatte, die er für die Erreger hielt. Jedoch war es erst das Verdienst Eugen Fränkels (4), die Aetiologie des Gasbrandes durch seine bakteriologischen Untersuchungen im Jahre 1892 geklärt zu haben.

Die Gasgangrän ist eine Wundinfektionskrankheit, die durch Gasbrandbazillen hervorgerufen wird. Jedoch ist die Aetiologie des Gasbrandes nach den heutigen Erfahrungen nicht einheitlich, sondern sie erstreckt sich auf mehrere Gruppen von Bakterien. R. Pfeiffer und Bessau (5) sind auf Grund von bakteriologischen Untersuchungen zu der Ansicht gekommen, daß es sich dabei um Bazillen verschiedener Art handelt, am häufigsten jedoch um den von Fränkel gefundenen, sogenannten „Bazillus phlegmones emphysematosae". Er ist obligat anaerob, vollkommen unbeweglich und bildet nur ausnahmsweise Sporen. Er ist kurz, plump, mit abgerundeten Ecken und färbt sich nach Gram. Für den Tierversuch benutzt man das für diesen Bazillus empfängliche Meerschweinchen. Die auf Platten gewachsenen Kolonien gedeihen am besten auf Menschenblut-Traubenzucker-Agar. Es ist Eugen Fränkel gelungen, mit diesem Bazillus beim Meerschweinchen ein dem menschlichen Gasbrand klinisch und anatomisch vollkommen ähnliches Krankheitsbild zu erzeugen. Am seltensten fand man den Bazillus des malignen Oedems von Robert Koch (6). Als Unterschied zwischen beiden fand Zacherl (7) ver-

schiedene Färbungen auf besonders präparierten Nährböden. Beide sind nicht Fäulniserreger. Die beiden anderen gefundenen Bazillen sind dagegen Fäulniserreger. Es ist dies der lebhaft bewegliche und sporentragende „Uhrzeigerbazillus" von R. Pfeiffer und der „Paraoedembazillus". Allen vier Arten gemeinsam ist, daß sie strenge Anaerobier sind, also nur unter vollkommenem Sauerstoffabschluß gedeihen. Im allgemeinen sind die meisten Autoren der Ansicht, daß es sich bei der größten Anzahl von Gasbranderkrankungen um den typischen Fränkel'schen Bazillus handelt, während Fäulniserreger nur selten imstande sind, eine Gasgangrän zu erzeugen. Wahrscheinlich sind diese es jedoch, die den Fäulnisgeruch, der bei jeder Gasbrandinfektion vorhanden ist, erst sekundär erzeugen. Die Erreger der Gasgangrän sind auf der ganzen Welt weit verbreitet. Sie kommen besonders in der Gartenerde, an Geschoßsplittern, Tuchfetzen und physiologisch im Darmkanal und den Faeces vieler Tiere und auch des Menschen vor. Nach Ansicht von R. Pfeiffer und Bessau (5) ist der Darmkanal der Menschen und Tiere überhaupt der Ausgangspunkt der Keime, von wo sie mit dem Darminhalt auf die Erde und auch z. B. in die Milch gelangen können. Im Allgemeinen ist die Gasbranderkrankung jedoch eine Erdinfektion, die in den meist bestehenden schlechten Wundverhältnissen einen guten Nährboden findet.

Wie schon oben erwähnt findet man bei der Gasgangrän am häufigsten den Fränkel'schen Bazillus, an zweiter Stelle an Häufigkeit steht der Oedembazillus, während der Uhrzeiger- und Paraoedembazillus meist mit noch anderen Anaerobiern und Fäulniskeimen zusammen bei älteren Krankheitsprozessen gefunden werden, wo schon viel Gewebe abgestorben ist.

Trotzdem die Erreger der Gasgangrän Anaerobier sind, also eigentlich im strömenden Blute wegen seines Sauerstoffgehaltes nicht zu finden sein dürften, ist es doch vielen Autoren, besonders Pribam (8) und Klose (9) gelungen, Gasbrandbazillen auch schon in früheren Stadien der Erkrankung aus dem Blute zu züchten. Klose hat sogar in 60 Prozent pathogene Gasbazillen im Blute gefunden, woraus man ersehen kann, daß bei Gasbrandinfektionen sehr häufig anaerobe Keime in die Blutbahn gelangen können und dadurch zur Metastasenbildung führen.

Die für das Wesen der Gasgangrän spezifischen anatomischen Veränderungen finden sich hauptsächlich in der Muskulatur. Das Vorkommen von Gasbranderkrankung an nicht mit Muskeln besetzten Körperteilen, wie es von einigen Autoren beobachtet sein soll, ist sehr zweifelhaft und fast immer sekundärer Natur. Bei der Gasbrandinfektion wird der Muskel blaßrot, trocken, und es finden sich zwischen den einzelnen Fasern kleine silberglänzende Gasbläschen. Bei weiterem Fortschreiten der Erkrankung bekommt die Muskulatur eine mehr braune bis schwärzlich-grünliche Farbe. Gleichzeitig vergrößern sich die Gasblasen. Bei noch längerem Bestand der Gasgangrän wird die Muskulatur zu einem flüssigen, schwarzbraunem Brei umgewandelt, der große Gasblasen enthält. In einiger Entfernung von diesem primären Herd verfällt der Muskel der wachsartigen Nekrose, zwischen der auch kleine Blutungen auftreten können. Mikroskopisch findet man große Mengen von Gasbrandbazillen im Muskelgewebe, während nach dem Unterhautgewebe und der Haut zu die Bazillen immer seltener werden und fast ganz verschwinden, was auch mit der Annahme übereinstimmt, daß die Gasgangrän eine primäre Erkrankung der Muskulatur darstellt. Charakteristisch für die Gasgangrän ist weiterhin, daß man jegliche entzündliche Reaktion oder Zellensammlung bei der Muskelzersetzung vermißt. Das Auftreten von Leukozyteninfiltraten spricht für eine Mischinfektion mit Kokken. Es besteht bei diesen Gewebsveränderungen eine gewisse Gesetzmäßigkeit, die von Aschoff (10) zuerst erkannt und folgendermaßen eingeteilt worden ist:

Er unterscheidet drei Zonen:

1. den Primärinfekt mit geringerer oder größerer Gasbildung in der Muskulatur, die meist feucht und zerfallen aussieht. Er enthält massenhaft Bazillen.
2. Eine mittlere Zone mit stark oedematösem, subkutanem Fettgewebe und sporenlosen Bazillen.
3. Die dritte Zone mit rein toxischem Oedem und völliger Bazillenlosigkeit.

Gleichzeitig mit der Gasbildung erfolgt die Zerlegung und Verflüssigung der einzelnen Muskelbündel. Das Glykogen der Muskulatur wird abgebaut. Es bildet sich im

Verlaufe der Zersetzung aus den Kohlehydraten Kohlensäure und aus dem Eiweiß Schwefelwasserstoff. Geringer (11) fand bei Sektionen von an Gasgangrän Verstorbenen fast immer einen Lipoidschwund der Nebennierenrinde, wodurch auch die bei Gasbranderkrankten beobachtete Blutdrucksenkung erklärt ist. Nach Schottmüller (12) und Bingold (13) sind die Gasbrandbazillen neben dem Malariaplasmodien die einzigen Mikroben, die eine Methaemoglobinämie hervorrufen können.

Eine weitere Eigenart des Gasbrandbazillus ist die Fähigkeit, die parenchymatösen Organe des Bauches, besonders Leber, Milz und Nieren in Schaumorgane umzuwandeln. Jedoch geht die Ansicht mehrerer Autoren, wie z. B. Bier (14), dahin, daß diese Schaumorgane erst postmortal oder in der Agone entstehen, wenn das Fehlen des Blutsauerstoffes eine Ausbreitung der Anaerobier durch die Blutbahn begünstigt.

Ueber die Inkubationszeit der Gasgangrän ist zu sagen, daß sie verschieden lang ist, jedoch meist innerhalb der ersten vier Tage nach der Verletzung auftritt. Franz (15) hat den größten Teil innerhalb der ersten 24 Stunden gesehen. Eine ungewöhnlich kurze Inkubation berichtet Coenen (16), bei der schon zwei Stunden nach der Verwundung Gasknistern und nach fünf Stunden der Exitus eintrat. Ueber drei Wochen nach der Verwundung tritt selten frischer Gasbrand auf, sondern man muß bei späteren Erkrankungen an die Möglichkeit der sogenannten ruhenden Infektion denken, die auch nach näherer Unterschung meist die wahre Ursache der von mehreren Autoren behaupteten Lazarettinfektion gewesen ist, weshalb auch eine Isolierung von Gasbrandkranken nicht erforderlich erscheint. Zumal da in der Literatur nur sehr wenige Fälle einer sicheren Lazarettinfektion bekannt sind. Anders ist es mit der sogenannten ruhenden Infektion, durch die der Ausbruch einer Gasgangrän nach langer Zeit bei Gelegenheit einer Anrührung der alten Wunde, z. B. nach Entfernung von verheilten Steckschüssen oder nach Operationen an alten Narben, erklärt wird. Man nimmt bei solchen Fällen an, daß in der alten Narbe sich noch Bazillen in ruhendem Zustande befanden, die durch das Operationstrauma wieder virulent wurden.

In den Schußwunden des Weltkrieges sind regelmäßig die Bazillen der Gasgangrän gefunden worden, auch in den Fällen, bei denen klinisch keine Erkrankung dieser Art nachzuweisen war. Wenn es also nicht immer zu einer Gasbrandinfektion trotz Anwesenheit der spezifischen Erreger kommt, so müssen dazu noch besondere Verhältnisse gegeben sein. Nach R. Pfeiffer und Bessau (5) gehören dazu zwei Voraussetzungen, die vorhanden sein müssen, nämlich die Erdinfektion und die schlechten Wundverhältnisse. Da ja die gedüngte Erde immer Gasbrandkeime enthält und die Granaten und Minen immer, die Gewehrgeschosse durch Aufschlagen oder Mitreißen von mit Erde behafteten Tuchfetzen meist Gasbranderreger enthalten, so müssen sich diese ja in allen Kriegswunden finden. Jeckel (17) berichtet, daß die Erkrankungen an Gasgangrän nach gröberen Artilleriegeschoßverletzungen viermal so groß waren als bei Infanteriegeschossen. Die Keime sind jedoch strenge Anaerobier und können daher nur in solchen Wunden gedeihen, die stark zerrissen und zerquetscht sind. Daher auch in solchen Wunden, die durch zerfetztes Gewebe nach außen abgeschlossen sind. Da meist auch die Arterien zerstört sind, so kann auch durch das Blut kein Sauerstoff ins Gewebe gelangen und die voraussetzenden Momente für die Entwicklung und das Gedeihen der Gasbrandbazillen sind erfüllt. Nach Bier (14) findet sich eine Infektion besonders dort, wo sich ein Gemisch von abgestorbenem Muskel und totem Blut findet. Daneben trägt natürlich die Disposition und der Allgemeinzustand des Verletzten selbst, besonders großer Blutverlust und schlechter Ernährungs- und Kräftezustand, viel zur Infektionsmöglichkeit bei.

Die Gasgangrän ist auf allen Kriegsschauplätzen des Weltkrieges beobachtet worden. Die Gesamtmorbidität bei der deutschen Armee betrug nach Angaben von Franz (15), Wieting (18), Rumpel (19) u. a. im Durchschnitt 3 Prozent. Besonders häufig sah man natürlich die Erkrankung nach größeren Kampfhandlungen, die ja immer eine stärkere Vernachlässigung der Wunden durch verhinderten Transport und langes Liegen auf dem Schlachtfelde mit sich bringen. Auch örtliche und zeitliche Unterschiede in der Häufigkeit der Gasbrandinfektion sind beobachtet worden. Nach Payr (20) sah man die häufigsten und schwersten

Fälle bei nassem, kaltem Wetter und an Orten, wo längerer Stellungskrieg geführt wurde. Dementsprechend ist auch nach Franz (15) in den regenarmen Monaten die Erkrankung seltener aufgetreten als in der übrigen Jahreszeit, wo ja die Verunreinigung der Kleider und damit der Verletzungen eine viel größere ist. Außerdem soll feuchte Witterung für die Entwickelung der Gasbranderreger sehr günstig sein. Coenen (16) hat z. B. beobachtet, daß in einem Gelände, in dem zahlreiche Gasgangränfälle auftraten, diese nachließen, als Frost eintrat.

Was die Friedensinfektionen mit Gasbrand anbelangt, so sind diese natürlich im Verhältnis zu denen im Kriege verschwindend gering, jedoch sind mehrere Fälle bekannt, wo z. B. nach subkutanen Injektionen Erkrankungen an Gasgangrän vorgekommen sind. Der erste derartige beobachtete Fall entstand nach subkutaner Injektion von Moschustinktur. Heuß (21) beschreibt einen Fall, bei dem ein Patient nach subkutanen Injektionen von Coffein und Digitoxin an Gasgangrän erkrankte und ad exitum kam. In beiden Medikamenten wurden Fränkel'sche Gasbrandbazillen gefunden. Zwei gleiche Fälle nach subkutanen Coffeininjektionen berichtet Rosenberg (22), wobei Ampullen der Militärverwaltung mit angeblich sterilem Inhalt verwendet wurden. Nigst (23) veröffentlichte eine Gasbranderkrankung nach subkutanen Injektionen von Kampher und Coffein in den Oberschenkel. Fränkel hat einen Fall beschrieben, bei dem sich Gasbrand nach subkutaner Injektion von Kampher und Aether, einen anderen, bei dem sich Gasbrand nach subkutaner Injektion eines Schwefelsäure-Morphiumgemisches entwickelt hat. Auch nach Kochsalzinfusion ist Gasgangrän beobachtet worden. Lindenthal (24) beschreibt einen Fall von Gasgangrän nach Radiusresektion mit nachfolgender Implantation einer Zelluloidplatte. Wanke (25) hat in Kiel vier Fälle von Gasgangrän gesehen. Ein Patient erhielt nach einer Blinddarmoperation eine Morphiuminjektion in den Oberschenkel und ging an Gasbrand zugrunde. In der benutzten Lösung wurden keine Gasbrandbazillen gefunden, jedoch waren die Kanülen mit ihnen infiziert. Beim zweiten Fall handelt es sich auch um eine Gasbrandinfektion mit nachfolgendem Exitus fünfzehn Stunden nach einer Morphiuminjektion. Auch Ostrowski (26) berichtet über das gehäufte

Auftreten von Gasgangrän nach subkutanen Injektionen von Coffein. Er selbst sah z. B. bei derartigen Injektionen bei bedrohlicher Herzschwäche 24 und 28 Stunden nach der Injektion Exitus an Gasgangrän, die von den Einstichstellen ausgegangen war. In einem anderen Falle entwickelte sich bei Pneumonie nach je einer Injektion von Coffein in den linken Oberarm und linken Oberschenkel an beiden Extremitäten von den Injektionsstellen aus eine Gasgangrän, die in 20 Stunden zum Exitus führte. Zondek hatte einen Todesfall an Gasgangrän, die ebenfalls von einer Coffein-Injektionsstelle ausgegangen war. Die hierbei verwandte Lösung war steril. Neumann (27) beschreibt drei Todesfälle an Gasgangrän nach subkutanen Coffeininjektionen. Als wahrscheinlichste Ursache nimmt dieser Verfasser die Verunreinigung der Injektionskanülen durch die Hände einer Pflegerin an. Gemmill beschreibt einen Fall von Gasgangrän nach Abort. Von Drescher (28) werden einige Erkrankungen an Gasbrand nach operativen Eigriffen am Magendarmkanal berichtet. Er verfügt über 11 derartige Fälle, von denen 6 nach Herniotomien und inkarzerierten Hernien aufgetreten sind. Seiner Ansicht nach liegt die Ursache der Infektion darin, daß die aus dem Darm stammenden Bazillen durch die geschädigte Darmwand hindurch in den Bruchsack eingedrungen sind. Auch ist Verfasser der Ansicht, daß durch die Lokalanaesthesie, in der drei seiner Fälle operiert wurden, eine Anaemisierung des Gewebes hervorgerufen worden ist, die als Hilfsmoment für das Eindringen und Gedeihen der Anaerobier und damit für das Zustandekommen der Krankheit angesehen werden muß. Es wäre noch nach Goodman (29) die Möglichkeit einer Friedensinfektion durch Kulturböden zu erwähnen.

Ueber die Beteiligung der verschiedenen Körperregionen an der Gasgangrän ist zu sagen, daß sie fast ausschließlich die Muskulatur befällt. Sie tritt wegen der großen Muskelmassen besonders an den Oberschenkeln auf, während sie an den Armen sich etwas seltener findet. Fast gar nicht wird Kopf und Hals befallen. Ueberhaupt nicht beobachtet ist der Gasbrand am behaarten Kopf und an den Bauchorganen, wogegen er an der Bauchmuskulatur zuweilen auftritt.

Die Hauptsymptome des Gasbrandes findet man zunächst an der Wunde selbst. Fast immer reicht die Wunde bis

auf die Muskulatur, die meist zu nekrotischen Massen zerfetzt ist. Bei offenen Wunden sieht man die Muskulatur als eine grau-schwarze, weiche Masse, die beim Drücken zwischen den Fingern infolge der Gasbildung knistert. Die Umgebung hat eine glasige Beschaffenheit. Besonders charakteristisch ist das Fehlen jeglicher entzündlicher Röte und Hitze, meist fehlt auch die Eiterung, die nur bei Mischinfektionen mit anderen Kokken vorhanden ist. Ist der Herd der Erkrankung tief in der Muskulatur verborgen, wie z. B. bei Steckschüssen, so findet man doch meist eine glänzende Beschaffenheit und Anschwellung der darüber liegenden Haut. Bei weiterem Vordringen der Erkrankung nach der Oberfläche zu erhält die Haut bräunliche oder violette Flecken, zwischen denen sich blasige Erhebungen mit gelblichem Inhalt befinden. Bei den braunen Flecken der Haut beschränkt sich die Nekrose nur auf die umschriebenen Stellen, während die blauen Hautflecken das Zeichen der vollständigen Nekrose und Gangrän des ganzen Körperteils sind. Das wichtigste Symptom der Gasbrandinfektion ist jedoch die Gasbildung. Das Gas besteht, wie oben erwähnt, aus Kohlensäure und Schwefelwasserstoff und kann sich in großer Menge ansammeln und dann auch sich bis weit ins gesunde Gewebe hinein ausdehnen. Bei starker Ansammlung von Gas ist der Druck oft so groß, daß es bei Einstich ins Gewebe unter blasendem Geräusch entweicht.

Ein weiteres Zeichen der Erkrankung ist die starke Oedembildung, die sehr häufig bei Gasbrandinfektionen auftritt. Das Oedem ist von gelblicher Farbe und meist in reichlicher Menge in der Umgebung der Verletzung vorhanden. Ist starke Blutbeimengung zu finden, so nimmt das Oedem eine braune Farbe an.

Was den Geruch bei Gasgangrän anbelangt, so ist zu sagen, daß reine Infektionen mit Fränkel'schen Bazillen völlig geruchlos sind. In der Praxis jedoch sind fast alle Gasbranderkrankungen Mischinfektionen mit Fäulniserregern, z. B. mit Uhrzeigerbazillen, woraus sich der stets zu findende Fäulnisgeruch erklärt.

Die wichtigste örtliche Erscheinung der Gasbranderkrankung ist ihr Ausgang in Gangrän. Diese beginnt immer an der Stelle der durch die Erreger bedingten Infektion, also meist nicht direkt an den Extremitätenenden, sondern

proximalwärts davon. Die Muskulatur geht von ihrer blaßrosa Farbe schließlich in einen flüssigen grünlich-schwärzlichen Brei über. Nach der Muskulatur geht die Gangrän auf die Haut über, welche auch bläulich verfärbt wird. Von ihrer Ausgangsstelle aus schreitet die Gangrän dann nach den peripheren Teilen zu fort. Von dort aus beginnt dann der durch die mangelnde Gefäßversorgung verursachte Brand der Gasgangrän entgegen zu wachsen, so daß oft in wenigen Stunden eine Extremität der völligen Gangrän verfällt. Der hauptsächlichste Grund für die Schnelligkeit des Absterbens liegt vor allem jedoch auch in der enormen Vermehrung der Anaerobier in den schon gangränösen Teilen des Gewebes.

Zu den Eigenschaften der Gasbrandinfektion gehört auch der ziemlich heftige Wundschmerz, der jedoch meist nur im Beginne der Erkrankung auftritt, um bei schon entstandener Gangrän nachzulassen.

Die Allgemeinsymptome der Gasgangrän zeigen das Bild einer schweren Vergiftung durch die Toxine der Bazillen. Eine sehr schädliche Wirkung üben diese auf das Haemoglobin aus, indem sie es in Methaemoglobin verwandeln. Die Folge davon ist eine Haemoglobinaemie und Haemoglobinurie, die jedoch ziemlich selten beobachtet werden. Eine andere Vergiftung des Körpers kommt dadurch zustande, daß durch den Muskeleiweißzerfall Toxalbumine entstehen, auf die der Organismus mit einem anaphylaktischen Schock reagiert. Gleichzeitig tritt auch dadurch eine Vergiftung auf, daß die Gasbrandbazillen giftige Säuren abspalten, z. B. Kohlensäure, Milchsäure, Buttersäure u. a.

Das Allgemeinbefinden ist stark beeinträchtigt. Das Gesicht ist fahl und blaß, die Zunge feucht. Es besteht eine Tachykardie bis zu 160 u. m., während der Blutdruck äußerst schnell heruntergeht, so daß der Puls mehr und mehr verschwindet. Die Atmung wird tief und langgezogen und ähnelt der Respiratio magna im coma diabeticum. Die Temperatur ist meist nicht verändert, in schweren Fällen sogar herabgesetzt. Das Auftreten eines Ikterus zeigt meist den Beginn der Haemolyse und damit die Anaerobiensepsis an, ist also eine schlechte Vorbedeutung. Meist gleichzeitig mit ihr tritt Erbrechen und Singultus auf. Sehr häufig ist ein enormer Schweißausbruch des Erkrankten. Alle diese Symptome gehen einher mit vollkommen klarem

Bewußtsein. Einige Autoren wollen bei den Erkrankten häufig Euphorie gesehen haben. Für das Blutbild ist charakteristisch die Verminderung der Lymphozyten und der Eosinophilen, ebenso eine Verminderung der Erythrozyten und des Haemoglobins.

Nach der Schwere und der Schnelligkeit des Auftretens der oben genannten Symptome kann man die einzelnen Stadien der Erkrankung unterscheiden. Bei der lokalen Gasgangrän fehlt die schrankenlose Ausbreitung. Sie spielt sich nur in einzelnen Muskelgruppen ab. Es fehlt bei ihr der Kollaps, das Versagen der Herzkraft und die schwere Atmung. Sie ist also gutartig.

Die fortschreitende Gasgangrän breitet sich schnell von der Wunde auf einen ganzen Körperteil aus. Es sterben große Bezirke äußerst schnell ab. Dabei erlahmt meist die Herztätigkeit, es tritt niedrige Temperatur, vertiefte Atmung und häufig Ikterus auf. Sie ist bösartig.

Die Anaerobensepsis entsteht durch Uebertritt der Gasbrandbazillen ins Blut. Man findet dabei vertiefte Atmung, völliges Sinken des Blutdruckes und Erlahmen der Herzkraft, dazu tritt Ikterus und Erbrechen auf, jedoch keine Schmerzen. Durch mehrere Arbeiten ist bekannt geworden, daß zuweilen Fränkel'sche Bazillen aus dem Blut gezüchtet werden konnten. Wahrscheinlich ist in diesen Fällen die Reaktionskraft des Blutes stark vermindert und die Einwanderung und Verschleppung der Bazillen wird durch thrombotische Prozesse begünstigt, so daß es auf diese Art zur Metastasenbildungen an entfernten Orten kommen kann. Jedoch ist die Blutbahn der seltenere Weg, auf dem die Verschleppung erfolgt. Viel häufiger und wegen der Sauerstofflosigkeit wahrscheinlicher ist die Metastasenbildung auf dem Lymphweg. Auch diese Metastasen siedeln sich fast immer nur wieder in Muskelgebieten an und zwar meist in solchen, die durch Quetschung oder andere Traumen gelitten haben, in denen also die Blutversorgung und damit der Sauerstoffgehalt ein geringer ist. Im Allgemeinen ist jedoch Metastasenbildung ziemlich selten. Falls überhaupt, tritt sie meist innerhalb 12 bis 48 Stunden auf. Ranft (30) beschreibt einen Fall von Gasgangränmetastase nach Amputation des rechten Unterschenkels nach zwei Tagen im rechten Arm. Schönbauer (31) beobachtete nach

einer Schußverletzung am linken Fuß Gasgangränmetastase am rechten Fuß und konnte Erreger im Blut nachweisen.

Die Diagnose des Gasbrandes ist in schweren und länger bestehenden Fällen leicht zu stellen, wenn man auf die Schwellung der Umgebung der Verletzung, auf die steigende Pulszahl, die Tympanie, das Krepitieren und die blasse Hautfarbe achtet. In weiter fortgeschrittenen Fällen kommt noch der Wundgeruch, die gangränöse Umwandlung des Muskelgewebes und schließlich die große Atmung, der schwächer werdende Puls und der Kollaps dazu. Es ist jedoch gerade bei der Gasgangrän ungeheuer wichtig, Frühdiagnosen zu stellen. Eine gute Methode zur Sicherung der Diagnose is die Stimmgabelperkussion. Es wird eine möglichst dünne Pinzette wie eine Stimmgabel auf die verdächtige Stelle aufgeschlagen. Bei Anwesenheit von Gas gibt es einen dumpfklingenden, hohlen Ton, ähnlich dem Bruit de pot felé. Ein anderes wichtiges diagnostisches Zeichen ist plötzlich auftretender Wundschmerz einige Stunden oder Tage nach der Verletzung. In Zweifelsfällen kann man auch eine Inzision mit anschließender Untersuchung eines Muskelstückes machen. Ein wichtiges Hilfsmittel zur Sicherung der Diagnose ist die Röntgendurchleuchtung, die es ermöglicht, schon vor Auftreten der klinischen Erscheinungen eine beginnende Gasgangrän zu erkennen. Die Röntgenaufnahme zeigt dabei die sich im Gewebe befindenden Gasblasen als helle Flecke. Sie sollte nach Möglichkeit in zweifelhaften Fällen stets angewandt werden. Differentialdiagnostisch ist der Kollaps beim Gasbrand von dem bei Peritonitis insofern verschieden, als der Gasbranderkrankte ruhige, tiefe Atemzüge tut, und das Sensorium vollkommen frei ist.

Ueber die Therapie der Gasgangrän ist folgendes zu sagen. Bei leichten und mittelschweren Fällen ist die sogenannte chirurgische Wundtoilette und anschließende ausgiebige Inzision die geeignete Behandlung. Es muß zunächst die Exzision alles zertrümmerten Gewebes bis ins blutende Gesunde durchgeführt werden. Ist das Oedem schon weiter ausgebildet, so werden lange, tiefe Längsinzisionen angelegt. Man kommt in diesem Falle meist noch ohne Amputation aus. Diese muß erfolgen, wenn die Erkrankung auf mehrere Muskelgruppen desselben Querschnittes oder über das nächste Gelenk übergegriffen hat.

Auch bei schweren Schußfrakturen ist die Amputation indiziert. Eine absolute Indikation zur Absetzung bildet die ausgebildete Gangrän eines Gliedes, ebenso rät Coenen (16) dazu, wenn die Allgemeinerscheinungen einen bedrohlichen Charakter annehmen, also vor allem bei Kollaps, da dieser meist der Beginn einer Gasbrandbazillensepsis ist, in der es keine Hilfe mehr gibt. Ueber die Frage des Ortes sind die Ansichten verschieden. Kümmell (32) z. B. amputierte an der Grenze der Gangrän, Thies (33) sogar mitten im Infektionsherd. Diese Methoden sind jedoch anscheinend nur dann möglich, wenn die Virulenz der Erreger keine besonders hohe ist. Da man meist jedoch über diese nicht vorher genau orientiert ist, so besteht im allgemeinen die Regel, daß die Amputation bei Gasgangrän im völlig Gesunden zu erfolgen hat. Ist die Gangrän schon weit ausgebreitet und droht sie auf den Rumpf überzugehen, so ist die Exartikulation indiziert, da man bei ihr viel mehr Muskelmassen entfernen kann. Nicht zu vergessen ist bei fortgeschrittenen Fällen die chirurgische Entfernung der etwa schon aufgetretenen erreichbaren Metastasen.

Bier und Thies wandten im Kriege die nichtchirurgische Methode der rhythmischen Stauung in zahlreichen Fällen von Gasbranderkrankung mit gutem Erfolge an. Allerdings schließt Thies (33) die Fälle von sogenannter blauer Gasgangrän von dieser Behandlung aus und behandelt sie rein chirurgisch. Dagegen führt er von hundert Fällen von brauner Gasgangrän, die mit Stauung und nur teilweise daneben noch chirurgisch behandelt waren, nur 5 Todesfälle an. Bier (14) wendete auch die aktive Hyperaemie bei Gasgangrän an und konnte bei ihr 75 Prozent Heilungen erzielen. Auch Coenen (16), Rumpel (19) u. a. haben günstige Resultate mit dieser Methode erhalten.

Von der örtlichen medikamentösen Behandlung der Gasgangrän hat man im allgemeinen nur geringe Erfolge gesehen. Feßler (34) will mit der Vakin-Lösung gute Erfahrungen gemacht haben, die jedoch von anderen Autoren bestritten werden. Ebenso ist die äußerliche Behandlung mit Jodoform, Jodtinktur, Wasserstoffsuperoxyd und Kaliumpermanganat unsicher. Etwas besser ist nach Klapp (35) und Morgenroth (36) die Behandlung mit Vucin.

Bei der allgemeinen medikamentösen Behandlung hat außer der Behandlung mit Analeptica Pribram (8) Erfolge

mit subkutaner und intravenöser Injektion von $^1/_2$ bis 4 prozentiger Sodalösung gehabt. Coenen (16) berichtet über drei Fälle von Rettung durch vitale Bluttransfusion. Von anderen wird sie bei Auftreten von Metastasen empfohlen. F. Klose (9) ist der erste gewesen, der im Felde experimentelle Versuche über die Immunisierung gegen Gasgangrän anstellte. Es glückte ihm, ein Toxin des Fränkel'schen Gasbrandbazillus darzustellen, dessen Resorption anscheinend Hauptursache der schweren Erkrankung ist. Gegen dieses Toxin wurde von Pferden ein Immunserum gewonnen, welches bei Tieren prophylaktisch und therapeutisch wirksam ist. Heddaeus (37) spritzte dieses Serum in großen Dosen intraarteriell. Er hatte bei prophylaktischer Behandlung 10 Prozent und bei therapeutischer 24 Prozent Mortalität.

Aschoff (10) hat das Endergebnis der Behandlung mit diesem „Gasoedemserum Höchst, Op. Nr. 4" im Jahre 1917 wie folgt mitgeteilt: Von 2356 Gasbrandfällen wurden 223 mit diesem Serum behandelt. Von diesen starben 98 = 43,9 Prozent. Von den nicht Behandelten starben 68,7 Prozent. Demnach ist nach Aschoff die Mortalität durch das Höchster Serum um 25 Prozent herabgesetzt worden. Ein ähnliches Serum wurde bei den Ententetruppen benutzt, nämlich das Weinberg-Serum. Von ihm berichteten Inglis und Keith (38), daß es gute Dienste bei prophylaktischer Anwendung geleistet habe. Goodman (29) sah bei Verwundeten, die mit Serum behandelt waren, 1,7 Prozent an Gasgangrän erkranken, bei Nichtvorbehandelten jedoch 7,2 Prozent.

Wir sehen also, daß die prophylaktische Wundbehandlung wegen ihres großen Wertes unbedingt überall durchzuführen ist. Neben der Serumbehandlung der Gasgangrän muß wegen der Ansiedlung der anaeroben Bazillen im zerfetzten und abgestorbenem Gewebe alles nekrotische Wundfleisch, Tuchfetzen und Geschoßsplitter entfernt, und alle Spalten und Höhlen breit eröffnet werden.

Betreffs der Friedensinfektionen, wie sie z. B. häufig nach subkutanen Coffein-Injektionen auftraten, ist es von Wichtigkeit, daß auch hiergegen prophylaktische Maßnahmen ergriffen werden. Da die Coffeinlösungen selbst oft steril gefunden wurden, die Patienten sich jedoch häufig in sehr verschmutztem Zustande befanden, so ist die Wahrscheinlichkeit sehr groß, daß die Erreger der Gasgangrän von der nicht genügend gereinigten Hautoberfläche aus

mit der Injektionskanüle in die Muskulatur eingeschleppt worden sind. Es muß daher besonders bei subkutanen Injektionen für eine ausreichende Hautdesinfektion Sorge getragen werden. Von anderer Seite wird sogar behauptet, daß das Aufbewahren der Kanülen in Alkohol keine genügende Sicherheit für einwandfreie Sterilität biete und dementsprechend verlangt, daß die Kanülen vor jeder Injektion ausgekocht werden sollen.

Was die Prognose des Gasbrandes anbelangt, so sind zwar die Mortalitätsziffern der einzelnen Autoren untereinander verschieden, im allgemeinen jedoch recht hoch. Payr (20) berichtet eine Mortalität von 40 bis 50 Prozent, Hancken (39) von 47 Prozent, Franz (15) von 50 Prozent und Kümmell (32) von 32 Prozent. Ueber den Unterschied zwischen Kriegs- und Friedensinfektionen gibt Zindel (40) an, daß die echten Fälle von Gasgangrän im Kriege genau so ungünstig verlaufen wie im Frieden. Ueber die Prognose bezüglich der befallenen Körpergebiete ist zu sagen, daß die Gasgangrän des Oberschenkels wegen der dicken Muskulatur am ungünstigten ist, danach kommen der Unterschenkel und der Oberarm.

Der Verlauf der Gasgangrän entscheidet sich meist innerhalb der ersten beiden Tage nach der erlittenen Verletzung.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß die Kenntnis der Gasgangrän zwar schon längere Zeit besteht, daß jedoch bis zum Kriege nur wenige Aerzte eigene Fälle gesehen hatten. Erst durch den Weltkrieg und durch die nur an und in der Erde sich abspielenden Kämpfe und dadurch bedingtes, oft massenhaftes Auftreten von Gasgangränerkrankungen ist es möglich gewesen, Erfahrungen darüber zu sammeln und Meinungen auszutauschen. So ist erst durch die wachsende Zahl der Erkrankungen die Gasgangrän der wissenschaftlichen Forschung zugänglich gemacht worden. Auch heute noch ist die Gasgangrän eine der gefährlichsten Wundinfektionskrankheiten, wenn wir auch jetzt gelernt haben, durch die Erkennung der Erkrankung in ihren ersten Anfängen und noch mehr durch ihre Verhütung durch prophylaktische Maßnahmen die größte Gefahr meist abzuwenden. Gerade infolge der in letzter Zeit verhältnismäßig häufig aufgetretenen Gasgangrän nach subkutanen Injektionen muß großer Wert auf die Prophylaxe gelegt werden,

die besonders in der guten Hautdesinfektion und der Sterilität der Spritzen und Injektionsflüssigkeiten liegt.

Nachfolgend ein Fall von Gasgangrän nach subkutaner Injektion von Digalen aus der chirurgischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses Berlin-Lichtenberg (Dir. Prof. Dr. Boetticher).

Frau Fr. S., 50 J., leidet seit zwei Jahren an typischen Gallensteinkoliken. Letzter Anfall vor drei Wochen mit Fieber, Erbrechen und Ikterus. Am 27. 7. 25 zur Operation eingeliefert. Befund: Kräftige Frau in gutem Ernährungszustand, Puls kräftig, Temperatur normal, Zunge feucht. Herz, Lungen: o. B. Undeutliche Resistenz und Druckschmerz unter dem rechten Rippenbogen. Keine Oedeme.

Verlauf: Am 29. 7. 25. Operation. (Cholecystektomie), zunächst glatter Heilungsverlauf. Am 31. 7. 25 morgens Temperaturanstieg bis 39,4, Puls stark beschleunigt (145), weich. Patientin klagt über Schmerzen an der Außenseite des rechten Oberschenkels. Dort kein Befund. Am Nachmittag plötzlich Herzschwäche. Kleiner, beschleunigter Puls, erneute Klagen über starke Schmerzen an der Außenseite des rechten Oberschenkels. An der reizlosen, äußeren Haut desselben keinerlei Veränderung, dagegen fühlt man bei Palpation deutliche luftkissenartige Beschaffenheit und in der Tiefe knistern. Es besteht starker Druckschmerz.

Diagnose: Gasbrand.

Therapie: Sofortige Operation. Schnitt über der druckschmerzhaften Partie. Unterhautfettgewebe mißfarben, sulzig. Nach Durchschneidung der Fascia lata zeigt sich ein gashaltiger, stinkender Abszeß in der Muskulatur. Diese ist bräunlich-grünlich verfärbt, nicht durchblutet. Aus den Muskelinterstitien dringen deutliche Gasblasen. Der Prozeß erstreckt sich auf den ganzen M. vastus lateral., drei Querfinger breit unterhalb der Trochanteren bis ebenso weit oberhalb des Epicondylus lateral. Schnitt in ganzer Ausdehnung dieser Strecke bis weit ins Gesunde hinein. Reichlich Perhydrit in die Muskeltaschen. Reichlich Excitantia und Alkohol.

Am 1. 8. 25 vormittags trotz reichlicher Herzmittel Exitus letalis. infolge zunehmender Herzschwäche.

Die aus dem Inhalt des Digalen-Fläschchens angelegten Impfkulturen blieben sowohl aerob als auch anaerob steril.

Die Sektion wurde leider verweigert.

Literaturangaben.

1. Th. Kirkland. Nach Richter's „Chirurg. Biblioth." Göttingen 1791.
2. Pirogoff. Grundzüge der allg. Kriegschirurgie. Leipzig 1864.
3. Rosenbach. Mikroorganismen b. d. Wundinf.-Krankh. d. Menschen. Wiesbaden 1864.
4. Eugen Fränkel. Ueber d. Aetiologie d. Gasphlegmone. Zentral Bl. f. Bakteriologie, 13. 1893.
5. R. Pfeiffer und G. Bessau. Bakteriolog. Befunde b. Gasphlegmone Kriegsverl. D. M. W. No. 39, 40, 41.
6. Robert Koch. Ueber die Aetiologie d. Milzbrandes 1881.
7. Zacherl. Differ.-Diagn. d. Gasbranderreger. Wien. Kl. W. No. 17.
8. Pribram. Gasbrand u. Anaerob-Sepsis. Wiener Klin. W. 1917, No. 30.
9. Klose. Bakter. u. Serolog. Untersuchg. m. d. Fränkelschen Gasbrandbazillus. München. Med. W. No. 20.
   Bakter.-Serolog. Grundlagen z. Frage d. Herstellung eines Gasbrandserums. Berlin 1918.
10. Aschoff. Besprechung z. Gasphlegmone, Bruns Beiträge 1898.
    Ueber bakteriol. Befunde b. d. Gasphlegmonen. D. Med. W. 1917, 47.
11. Geringer. Nebennierenveränderung b. Gasbrand. Wien. Klin. W. 1917. No. 30.
12. Schottmüller. Zur Pathogenes d. sept. Aborts. Münch. Med. W. 1910.
13. Bingold. Gasbazillensepsis. D. Med. W. 1915.
14. Bier. Anaerobe Wundinfektion. Bruns Beiträge 1916, 101.
15. Franz. Ueber Gasbrand. D. Med. W. 1917, No. 14.
16. Coenen. Der Gasbrand. Berlin 1919.
17. E. Jeckel. Wundsekretunters. i. Kriege. Wien 1920.
18. Wieting. Die Pathogenese und Klinik d. Gasbazilleninf. D. Ztschr. f. Chirurgie 1917, 141.
19. Rumpel. Gasoedem, Schutz u. Bekämpfung. Bruns Beitr. 1918, 113.
20. Payr. Ueber Gasphlegmonen i. Kriege. Münch. Med. W. 1915, 57.
    Ueber Gasphlegmonen. Med. Klinik 1916, 442.

21. Heuß. Gasbrand n. subkutanen Inj. von Medikamenten. Med. Klinik. Jg. 21. No. 13.
22. Rosenberg. Zur Frage d. Gasbrandes. Berlin 1919.
23. Nigst. Foudroyanter Gasbrand bei Grippe. Münch. Med. W. 1919. No. 14.
24. Lindenthal. Beitrag zur Pathol. u. Aetiologie d. gangréne foudr. Wiener Klin. W. 1900. No. 46.
25. Wanke. Gasbrand n. subkut. Inj. v. Medikamenten. Kiel. Med. Ges. 1926.
26. Ostrowski. Ueber d. Entstehung v. Gasbrand n. Coffeininj. Berl. Klin. Wochenschr. 1919. No. 33.
26. J. Neumann. Foudr. Gasphlegmone n. subkut. Coffeininj. Münch. Med. W. 1919. No. 32.
28. Drescher. Der Gasbrand nach operat. Eingriffen a. Magendarmkanal. 1919.
29. Goodmann. Gasgangrän. Ann. of surg. Bd. 71.
30. Ranft. Zur Frage der Metastasenbildg. nach Gasgangrän. Münch. Med. W. 1916. No. 47.
31. Schönbauer. Beitr. z. Frage d. Anaerobensepsis b. Gasbrand. Wien. Klin. W. 1917, 110.
32. Kümmell. Wundinfektion. Bruns Beitr. 1915. No. 96.
33. Thies. Kriegschirurg. Tagung. Brüssel 1918. Bruns Beitr. 113.
Die Beh. d. Gasphlegmone m. rhytm. Stauung. Bruns Beiträge 1917, 105.
34. Feßler. Die Gasphlegmone. Münch. Med. W. 1917. No. 10.
35. Klopp. Tiefenantisepsis m. Chininabkömmlingen. Zentr. Bl. f. Chirurg. 1918. No. 12.
36. Morgenroth. Ueber experiment. Chemotherapie d. Gasbrandinf. Berl. Klin. W. 1917. No. 723.
37. Heddaeus. Ueber Serumbeh. d. Gasoedems. 1918.
38. Inglis u. Keith. Gasgangrän in Militär- und Zivilpraxis. Med. journ. of Australis. No. 1.
39. Hancken. Zur Klinik d. Gasoedems. Münch. Med. W. 1917, 38.
40. Zindel. Die neueren Arbeiten über Gasphlegmone. Bruns Beitr. 1917.

Lebenslauf.

Am 7. Oktober 1901 wurde ich als Sohn des Magistratsbeamten Wilhelm Goebe zu Berlin geboren, besuchte das Jahn-Real-Gymnasium zu Berlin-Lichtenberg, an dem ich im März 1921 die Reifeprüfung ablegte. Im April desselben Jahres wurde ich bei der Med. Fakultät der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin immatrikuliert, der ich während meines ganzen Studiums angehörte. Nach fünf Semestern legte ich die ärztliche Vorprüfung ab. Während meiner klinischen Semester arbeitete ich praktisch an der Inneren Abteilung des Krankenhauses Moabit bei Prof. Klemperer, an der Universitäts-Frauenklinik bei Prof. Bumm, an dem pathol. Institut des Krankenhauses am Friedrichshain und an der Inneren Abteilung des Städt. Krankenhauses Lichtenberg. Im Sommer 1926 bestand ich mein Staatsexamen und arbeitete während meines praktischen Jahres an der geburtshilflichen, inneren und chirurgischen Abteilung des Städt. Krankenhauses Lichtenberg.